

JOLANTA WĄS-GUBAŁA

Zakład Kryminalistyki Instytutu Ekspertyz Sądowych w Krakowie

Pojedyncze włókno na miejscu zdarzenia

ABSTRACT

The examination of fragments of single fibres coming from textiles and transferred onto other surfaces has been applied in order to establish a link between persons, a person and an object or a person and the crime scene. Searching for traces of fibre from the clothes of people involved in a road accident is a common police practice. In order to determine the driver of a vehicle the fibre traces are mainly found inside the car, while in cases of a hit and run they are found on the external parts of vehicles. The fragments of single fibres are barely noticeable to the naked eye and can only be collected and analysed through the use of specific techniques. The evidential value of fibre traces, possibly coming from a known source and recovered in a specific case, can improve or worsen, depending on the colour and type of fibres as well as the particular circumstances of the event, the way in which evidence is collected at the crime scene, the precision of laboratory examination, and the effects of destructive processes. In this publication, the findings from a multi-aspect research conducted in the area of forensic examination of fibres are presented, concerning the questions relating to the interpretation of analytical results. The usefulness of identification and comparative research of fibres for forensic purposes is presented based on the example of two expert opinions issued in accordance with the procedures mandated by the Institute of Forensic Research in Kraków.

Wprowadzenie

Włókiennicze wyroby odzieżowe oraz wyroby tekstylne będące na wyposażeniu mieszkań, środków komunikacji itp., tworząc bezpośrednie otoczenie człowieka, „współuczestniczą” również w zdarzeniach o charakterze przestępczym. Tekstylia, a szczególnie pojedyncze włókna wchodzące w ich skład lub nawet ich fragmenty, mogą stanowić ślad kryminalistyczny dający podstawę do odtworzenia przebiegu zdarzenia zgodnie z rzeczywistością. Śladem prze-

znaczonym do analizy przez biegłego z zakresu badań włókien może być element odzieży ofiary i podejrzanego; część tej odzieży, na przykład fragment włókna ujawniony na ostrzu noża; jej odwzorowanie, na przykład faktura tkaniny odcisnięta na plastikowych elementach wnętrza pojazdu; jej fizyczna bądź chemiczna zmiana, na przykład nadpalona czapka/kominiarka ujawniona w popiele z pieca.

Ślady w formie fragmentów pojedynczych włókien są przedmiotem intensywnych analiz od lat siedemdziesiątych ubiegłego stulecia¹. Kryminalistyczne badania włókien odłączonych od wyrobu i przeniesionych na inne (obce) powierzchnie opierają się na teorii sformułowanej po raz pierwszy przez Edmonda Locarda², która zakłada, że jeśli dwa obiekty stykają się z sobą, to ślady takiego kontaktu pozostaną w postaci wzajemnie przeniesionego materiału. Nie zawsze w praktyce można potwierdzić, że taki kontakt nastąpił, gdyż na przykład liczba przeniesionych włókien jest tak niewielka, że przy wykorzystaniu dostępnych metod zabezpieczania i analizy nie można ich odszukać i zidentyfikować. Również tempo utraty przeniesionego śladu w postaci pojedynczego włókna może być znaczne³.

Ślady w formie pojedynczych, odłączonych od wyrobu włókien ze względu na swe znikome rozmiary (średnicę około 20–25 mikrometrów, długość co najwyżej kilku milimetrów) są niedostrzegalne lub słabo dostrzegalne okiem nieuzbrojonym, a ich ujawnienie jest możliwe dopiero po zastosowaniu określonych technik zabezpieczania i przyrządów powiększających. Fragmenty te mogą pochodzić z odzieży sprawcy przestępstwa i/lub ofiary, a ich obecność może świadczyć o wzajemnym związku tych osób ze zdarzeniem, a nawet o jego przebiegu. Włókien przeniesionych z odzieży sprawcy na odzież ofiary i odwrotnie, a także włókien obecnych na ciele ofiary (np. pod jej paznokciami lub we włosach⁴) poszukuje się najczęściej w celu potwierdzenia kontaktu

¹ M. Grieve, *Fibres and Their Examination in Forensic Science*, „Forensic Science Progress” 1990, nr 4, s. 41–125; J. Robertson, C. Roux, *Transfer, Persistence and Recovery of Fibres* [w:] J. Robertson, M. Grieve (red.), *Forensic Examination of Fibres*, CRC Press, London 1999, s. 89–100; C. Pounds, K. Smalldon, *The Transfer of Fibres between Clothing Materials and Their Persistence during Wear: Part I. Fibre Transference*, „Journal of Forensic Science Society” 1975, nr 15, s. 17–27; C. Pounds, K. Smalldon, *The Transfer of Fibres between Clothing Materials during Simulated Contacts and Their Persistence during Wear: Part II. Fibre Persistence*, „Journal of Forensic Science Society” 1975, nr 15, s. 29–37; C. Pounds, K. Smalldon, *The Transfer of Fibres between Clothing Materials during Simulated Contacts and Their Persistence during Wear: Part III. A Preliminary Investigation of the Mechanisms Involved*, „Journal of Forensic Science Society” 1975, nr 15, s. 197–207.

² E. Locard, *Dust and Its Analysis*, „Police Journal” 1928, nr 1, s. 177–192.

³ W. Krauß, U. Hildebrand, *Fibre Persistence on Garment under Open-air Conditions* [w:] *Proceedings of the European Fibres Group 3rd Meeting*, Wiesbaden 1995.

⁴ R. Palmer, S. Oliver, *The Population of Coloured Fibres in Human Head Hair*, „Science and Justice” 2004, nr 44 (2), s. 83–88.

fizycznego pomiędzy osobami w przypadkach morderstw, przestępstw o podłożu seksualnym, pobić itp.

Aby potwierdzić obecność osoby na miejscu zdarzenia, włókna ujawnia się na krawędziach różnych przeszkód, które pokonuje sprawca w chwili popełniania czynu przestępczego, a szczególnie na ostrych krawędziach szkła, tworzywa sztucznego, metalu, drewna. W celu ustalenia osoby prowadzącej w chwili zdarzenia pojazd mechaniczny włókien z odzieży podejrzanego poszukuje się na fotelu kierowcy i pasażera lub innych elementach wnętrza kabiny pojazdu⁵.

Pojedyncze włókna mogące pochodzić z odzieży ofiar zdarzeń są często ujawniane na narzędziach użytych przez sprawcę (np. nożach, nożyczkach, siekierach), a w przypadkach kolizji drogowych z udziałem pieszych – na zewnętrznych, najczęściej uszkodzonych w trakcie zdarzenia, częściach pojazdów (np. zderzakach, sztybach, reflektorach).

Metodyka badawcza

Kryminalistyczne badania pojedynczych włókien prowadzą do ustalenia charakterystycznych cech ich budowy fizykochemicznej (barwa, kształt, charakterystyka powierzchni, grubość, krystaliczność, właściwości fluorescencyjne, skład chemiczny), a na tej podstawie do ich identyfikacji, czyli przyporządkowania do określonego typu, rodzaju i asortymentu wyrobów. Pojedyncze włókno z reguły nie nabywa w procesie produkcji cech pozwalających na jego indywidualizację, czyli stwierdzenie, że pochodzi z konkretnego wyrobu włókienniczego, a jedynie na ustalenie, że może ono pochodzić z partii podobnych wyrobów (tzw. kryminalistyczna identyfikacja grupowa).

W celu zidentyfikowania rodzaju włókna, a także określenia charakterystycznych cech jego budowy, wykorzystuje się obecnie następujące techniki analityczne⁶:

- badania mikroskopowe w świetle widzialnym i spolaryzowanym oraz mikroskopię fluorescencyjną,
- badania mikrospektrofotometryczne w zakresie promieniowania widzialnego i ultrafioletowego,

⁵ G. Jochem, *Fiber-plastic Fusions and Related Trace Material in Traffic Accident Investigation* [w:] M. Houck (red.), *Mute Witnesses: Trace Evidence Analysis*, Academic Press, London 2001, s. 53–88.

⁶ J. Wąs-Gubała, *Wpływ wybranych czynników na destrukcję włókien i wyrobów włókienniczych w aspekcie ich znaczenia w procesie sądowym*, Wydawnictwo Instytutu Ekspertyz Sądowych, Kraków 2009.

- badania metodą mikrospektrometrii w podczerwieni,
- badania metodą spektrometrii ramanowskiej.

Badania mikroskopowe pozwalają analizować następujące parametry włókien:

- barwę, w tym na przykład wielkość ziaren zastosowanego pigmentu;
- kształt przekroju poprzecznego i średnicę;
- ilość, wielkość i rozmieszczenie środków matujących;
- postać włókna, na przykład efekt teksturowania;
- wtrącenia, pory i uszkodzenia;
- obecność niektórych substancji uszlachetniających.

Techniki mikrospektrometryczne⁷ pozwalają na badania niewielkich ilości materiału (spektrofotometr/spektrometr zestawiony z mikroskopem optycznym umożliwia bardziej precyzyjne wskazanie obszaru pomiaru). W trakcie badań mikrospektrometrycznych analizowany materiał nie ulega zniszczeniu, co ma ogromne znaczenie w badaniach kryminalistycznych, gdzie tego typu techniki są preferowane z uwagi na dowodowy charakter analizowanych obiektów i konieczność ich zachowania do końca postępowania sądowego.

Analiza widm otrzymanych techniką mikrospektrofotometryczną w zakresie widzialnym (Vis) lub widzialnym i ultrafioletowym (UV-Vis) dostarcza informacji o charakterystycznej barwie włókna. W celu ustalenia rodzaju polimeru tworzącego włókno stosuje się mikrospektrometrię w zakresie podczerwieni oraz mikrospektrometrię ramanowską⁸. Ta ostatnia jest również źródłem dodatkowych informacji o tych składnikach włókna, których udział procentowy w masie włókna jest mniejszy niż 5% (np. barwniki, pigmenty, substancje uszlachetniające).

Interpretacja wyniku badań włókien

Badanie włókien w konkretnej sprawie musi być poprzedzone oceną, czy na podstawie zgromadzonego materiału dowodowego i porównawczego, a zwłaszcza określonych kategorii (rodzaj i barwa) włókien można wykazać,

⁷ J. Wąs-Gubała, E. Grzesiak, *The Kinetics of Colour Change in Textiles and Fibres Treated with Detergent Solutions. Part II – Spectrophotometric Measurements*, „Science and Justice” 2010, nr 50, s. 55–58.

⁸ J. Zięba-Palus, J. Wąs-Gubała, *An Investigation into the Use of Micro-Raman Spectroscopy for the Analysis of Car Paints and Single Textile Fibres*, „Journal of Molecular Structure” 2011, nr 993, s. 127–133; J. Wąs-Gubała, W. Machnowski, *The Raman Spectroscopy as a Method for Analysis of Dyed Textile Fibers* [w:] *XI International Conference IMTEX 2011*, Wydawnictwo Biblioteki Łódzkiej, Łódź 2011, s. 21–26.

że przeniesienie mogło nastąpić. Barwa i rodzaj odnalezionych włókien mają bardzo duże znaczenie w ocenie istotności takiego śladu kryminalistycznego⁹. Istnieje kategoria włókien bardzo rozpowszechnionych w środowisku, wykorzystywana w produkcji ogromnej ilości wyrobów, będąca często składnikiem kurzu – są to białe, czyli bezbarwne w obrazie mikroskopowym, włókna bawełniane. Włókna bawełniane barwy białej stanowią zatem ślad kryminalistyczny o znikomej wartości, nienadający się do badań porównawczych z powodu braku podstawowego, różnicującego je czynnika fizykochemicznego, jakim jest barwa.

Inne kategorie włókien z pewnych przyczyn można określić jako rzadko spotykane lub słabiej rozpowszechnione. Mogą one posiadać na przykład bardzo nietypową budowę morfologiczną, mogły zostać wytworzone w niewielkiej ilości, w bardzo wąskim przedziale czasu i w określonym rejonie geograficznym lub ich linie produkcyjne są w chwili obecnej przestarzałe. Niestety przeciętny użytkownik rzadko ma kontakt z takimi kategoriami włókien, dlatego też jeśli stanowią dowód w sprawie – jego znaczenie powinno być duże¹⁰.

Informacje na temat rozpowszechnienia w środowisku włókien konkretnego rodzaju i barwy można uzyskać na podstawie analizy wyników badań populacyjnych, określających częstość występowania danych kategorii włókien w danym obszarze geograficznym¹¹. Biegły sądowy zajmujący się oceną materiału dowodowego w postaci wyrobów przemysłu włókienniczego wykorzystuje również dane rynkowe i marketingowe w celu przedstawienia organom wymiaru sprawiedliwości informacji o dostępności analizowanego towaru na rynku, częstości nabywania go przez konsumentów w określonym przedziale czasu i w ten sposób ustalenia związku wyrobu z konkretną osobą, która go nabyła¹².

Prowadzi się również tak zwane badania celowane, polegające na poszukiwaniu określonej kategorii włókien (barwa/rodzaj) w środowisku. Badania takie są prowadzone na przykład dla niebieskich włókien poliestrowych pochodzących z różnych źródeł. Wykazały one, że prawdopodobieństwo odnalezienia dwóch identycznych kategorii (barwa/rodzaj) jest bardzo niskie¹³.

⁹ J. Wąs-Gubała, *Comparative Population Studies of Fibres Secured in Poland, Czech Republic and Germany*, „Problems of Forensic Sciences” 2004, nr LX, s. 58–77.

¹⁰ K. Wiggins, S. Cheshire, *The „M25” Rapist* [w:] *Proceedings of the European Fibres Group 12th Meeting*, Landeskriminalamt, Berlin 2004.

¹¹ J. Wąs-Gubała, *Comparative Population Studies...*; M. Webb-Salter, K. Wiggins, *Aids to Interpretation* [w:] J. Robertson, M. Grieve (red.), *Forensic Examination...*, s. 364–378; R. Watt, C. Roux, J. Robertson, *The Population of Coloured Textile Fibres in Domestic Washing Machines*, „Science and Justice” 2005, nr 45, s. 75–83.

¹² J. Wąs-Gubała, *Wpływ wybranych czynników...*

¹³ M. Grieve, T. Biermann, K. Schaub, *The Individuality of Fibres Used to Provide Forensic Evidence – Not All Blue Polyesters Are the Same*, „Science and Justice” 2005, nr 45, s. 13–28.

Ślad kryminalistyczny w postaci włókna zyskuje również większą wartość jako dowód w sprawie wtedy, gdy w następstwie użytkowania lub działania określonych czynników destrukcyjnych ulega uszkodzeniu, na przykład odbarwieniu¹⁴, zmianom termicznym (nadtapieniu, nadpaleniu, zwęgleniu, spopieleniu itp.)¹⁵, biodegradacji¹⁶.

Interpretacja wyniku badań fragmentów włókien jako śladów kryminalistycznych zależy w znacznym stopniu od ich odnalezionej liczby. Ekspert najczęściej nie jest w stanie ustalić, ile włókien zostało przeniesionych w czasie trwania kontaktu, nie może również stwierdzić, czy liczba odnalezionych włókien stanowi wysoki, czy też niski procent pierwotnej wartości. Jeżeli ekspert dysponuje materiałem porównawczym, może natomiast ocenić łatwość odłączania się włókien od wyrobu i na tej podstawie oszacować ujawnioną liczbę przeniesionych włókien.

Przykłady ekspertyz z własnej praktyki biegłego z zakresu badań włókien

Przydatność badań identyfikacyjnych i porównawczych włókien dla wymiaru sprawiedliwości zostanie przedstawiona na przykładzie ekspertyz wykonywanych zgodnie z procedurami obowiązującymi w IES.

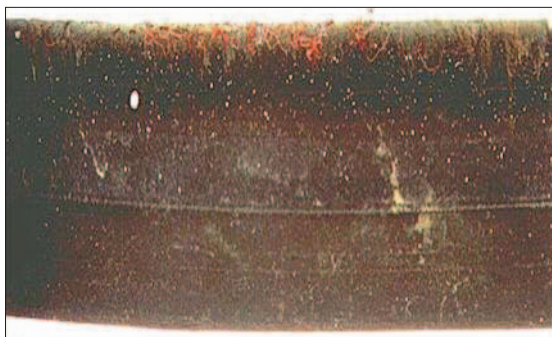
Przypadek 1 to opracowywana przez autorkę ekspertyza dotycząca sprawy pozbawienia życia kobiety, najprawdopodobniej w następstwie potrącenia przez samochód. W okolicy miejsca zdarzenia policja odnalazła uszkodzony samochód. Dokonano zabezpieczenia lusterka bocznego od strony pasażera i gumowej uszczelki szyby pasażera. Na powierzchni obudowy lusterka oraz uszczelki ujawniono obecność licznych, barwnych włókien (Rys. 1).

Materiał porównawczy stanowił płaszcz pokrzywdzonej, zabezpieczony w trakcie sekcji zwłok (Rys. 2), a zleceniodawca pragnął uzyskać odpowiedź na pytania dotyczące źródła włókien ujawnionych na powierzchni materiału dowodowego, co miało być pomocne w wyjaśnieniu okoliczności zdarzenia.

¹⁴ J. Wąs-Gubała, *The Kinetics of Colour Change in Textiles and Fibres Treated with Detergent Solutions. Part I – Colour Perception and Fluorescence Microscopy Analysis*, „Science and Justice” 2009, nr 49, s. 165–169.

¹⁵ J. Wąs-Gubała, *Analiza uszkodzeń powstających w wyrobach włókienniczych na skutek kontaktu z ogniem i podwyższoną temperaturą* [w:] P. Guzowski (red.), *Badania przyczyn powstawania pożarów*, Izba Rzecznawców SITP, Poznań 2003.

¹⁶ J. Wąs-Gubała, R. Salerno-Kochan, *The Identification of the Fabric of Soldiers Uniforms Undergone the Process of Biodegradation*, „Science and Justice” 2000, nr 40, s. 15–20.



Rysunek 1. Fragment uszczelki szyby od strony pasażera z zatopionymi fragmentami włókien

Źródło: badania własne.



Rysunek 2. Fragment tkaniny płaszcza pokrzywdzonej

Źródło: badania własne.

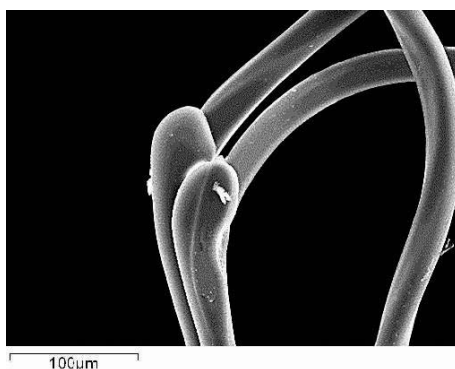
W skład nitek tkaniny płaszcza pokrzywdzonej wchodziły cztery kategorie włókien:

- wełniane barwy popielato-czarnej,
- syntetyczne, poliamidowe, wykonane z PA6, barwy popielato-czarnej,
- wełniane barwy czerwonej,
- syntetyczne, poliamidowe, wykonane z PA6, barwy czerwonej.

Badania porównawcze włókien ujawnionych na obudowie lusterka bocznego i na gumowej uszczelce szyby (Rys. 1) z włóknami wchodzącymi w skład nitek płaszcza pokrzywdzonej (Rys. 2) potwierdziły zgodność w zakresie ich cech fizykochemicznych. Źródłem ujawnionych dowodowych włókien mogła zatem być tkanina płaszcza pokrzywdzonej – obecność wszystkich czterech

kategoriі włókien wchodzących w jej skład odnaleziono na dostarczonym materiale dowodowym.

Badając włókna ujawnione na obudowie lusterka bocznego i na gumowej uszczelce szyby, zaobserwowano dodatkowo, że część barwnych, zwłaszcza czerwonych, włókien uległa odbarwieniu, przyjmując kolor żółty. Badania obrazów tych włókien uzyskanych w elektronowym mikroskopie skaningowym wskazały na znaczne zmiany (uszkodzenia) ich budowy, świadczące o kontakcie z podwyższoną temperaturą (Rys. 3).



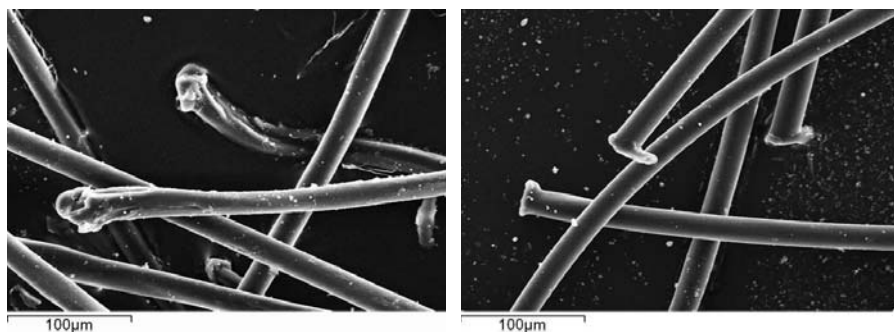
Rysunek 3. Uszkodzenia dowodowego włókna poliamidowego w obrazie z mikroskopu skaningowego

Źródło: badania własne.

Była to dodatkowa przesłanka do wnioskowania, iż naniesienie włókien na powierzchnię obudowy lusterka bocznego od strony pasażera i gumowej uszczelki szyby pasażera nastąpiło w warunkach szczególnych, w których działała duża siła tarcia i nastąpił wzrost temperatury.

Przypadek 2 to ekspertyza, której celem miało być ustalenie sposobu działania sprawcy na podstawie wskazania mechanizmu rozdzielenia dowodowej nitki. Badania identyfikacyjne nitki wykazały, że została ona wytworzona poprzez skręcenie ciągłych włókien poliestrowych barwy żółtej. W chwili dostarczenia do Instytutu końce nitki były rozdzielone. Wykonano badania mikroskopowe zakończeń poszczególnych włókien w nitce, między innymi z wykorzystaniem elektronowej mikroskopii skaningowej (Rys. 4).

Wstępna obserwacja zakończeń włókien w nitce wykazała, że do ewentualnego oddzielenia mogło dojść w wyniku użycia ostrego narzędzia. Dokonano zatem analizy porównawczej obrazów uzyskanych dla zakończeń pojedynczych włókien wchodzących w skład rozdzielonych fragmentów dowodowej nitki oraz obrazów zakończeń tej samej nitki uzyskanych eksperymentalnie,

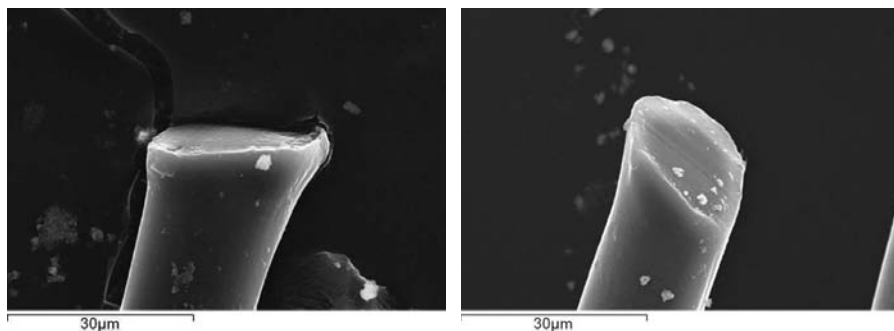


Rysunek 4. Oryginalne zakończenia włókien w dowodowej nitce w obrazie z mikroskopu skaningowego

Źródło: badania własne.

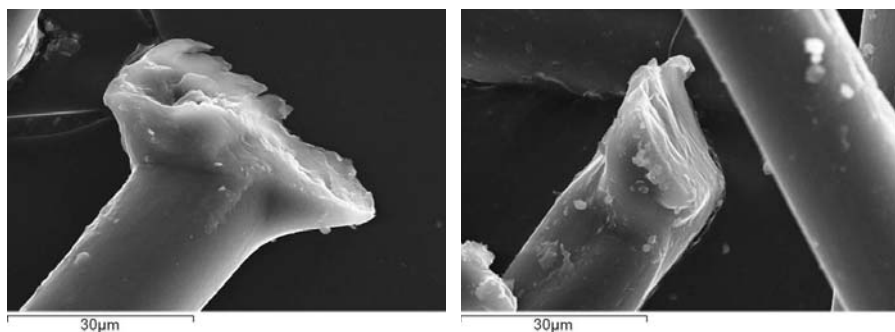
z użyciem znanych narzędzi oraz poprzez ręczne rozerwanie. Dla celów eksperymentu wykorzystano: narzędzie jednoostrzowe – bardzo ostry, nieużywany wcześniej skalpel (Rys. 5) i używany wielokrotnie, nieostrzony nóż (Rys. 6), a także narzędzie dwuostrzowe – używane, ale wciąż dość ostre nożyczki (Rys. 7).

Wyniki przeprowadzonych badań porównawczych wskazały, że do oddzielenia dowodowej nitki doszło najprawdopodobniej z użyciem stosunkowo ostrego, jednoostrzowego narzędzia typu skalpel, nóż, a także nie można wykluczyć, że równocześnie część nitek uległa rozerwaniu (Rys. 8).



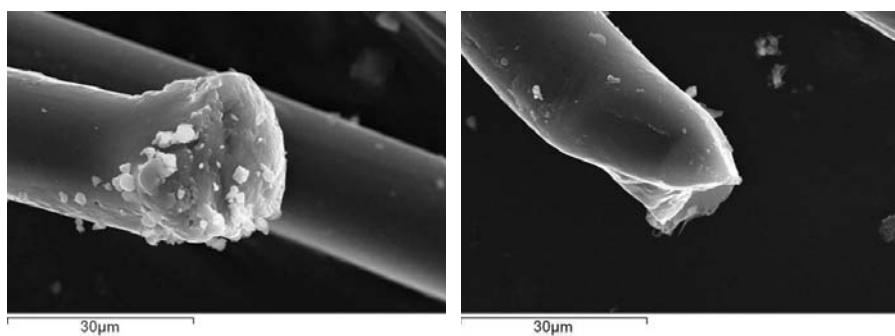
Rysunek 5. Zakończenia włókien w dowodowej nitce rozdzielonej eksperymentalnie z użyciem skalpela. Obrazy z mikroskopu skaningowego

Źródło: badania własne.



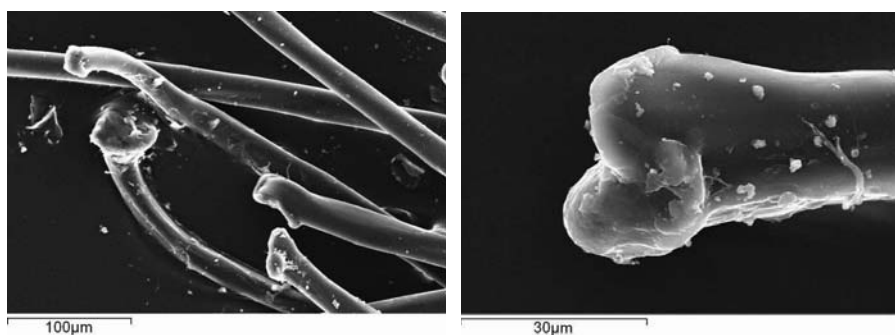
Rysunek 6. Zakończenia włókien w dowodowej nitce rozdzielonej eksperymentalnie z użyciem noża. Obrazy z mikroskopu skaningowego

Źródło: badania własne.



Rysunek 7. Zakończenia włókien w dowodowej nitce rozdzielonej eksperymentalnie z użyciem nożyczek. Obrazy z mikroskopu skaningowego

Źródło: badania własne.



Rysunek 8. Zakończenia włókien w dowodowej nitce rozerwanej w ramach eksperymentu. Obrazy z mikroskopu skaningowego

Źródło: badania własne.

Na podstawie badań nadesłanego materiału dowodowego biegły nie był w stanie określić bardziej precyzyjnie mechanizmu rozdzielania dowodowej nitki. Spoistość włókien uzyskano w niej poprzez zastosowanie technologicznego procesu skręcenia; po rozdzieleniu jej fragmenty uległy nieodwracalnemu odkształceniu, co uniemożliwiło wnioskowanie na przykład na temat kierunku/kierunków zadziałania narzędzia lub sposobu posługiwania się nim.

Podsumowanie

Przedstawiona przeze mnie skrótowo przydatność badań fragmentów pojedynczych włókien dla celów sądowych, a także zagadnienia związane z interpretacją wyników analiz fizykochemicznych wskazują, że tego rodzaju ślad kryminalistyczny może być niezmiernie ważny w wyjaśnieniu okoliczności wielu zdarzeń przestępczych.

Wartość dowodowa śladu w formie przeniesionego włókna, mogącego pochodzić ze znanego źródła, a odnalezionego w przypadku konkretnego zdarzenia przestępczego, zależy od szeregu czynników. Określone okoliczności zdarzenia, sposób zabezpieczenia śladów, precyzja badań laboratoryjnych, barwa i rodzaj odnalezionych włókien, mierzalne efekty procesów destrukcyjnych mogą ją wzmocnić lub obniżyć. Jeśli jednak do przypuszczalnego przeniesienia włókien dochodzi pomiędzy odzieżą osób zupełnie sobie nieznanych, gdy odnaleziono kilka kategorii podobnych przeniesionych włókien oraz jeżeli czas, jaki upłynął od zdarzenia do zabezpieczenia śladów, był bardzo krótki, wówczas prawdopodobieństwo, że odnalezione włókna pochodzą z przypadkowych, niezwiązanych ze zdarzeniem przestępczym źródeł, jest bardzo niskie.